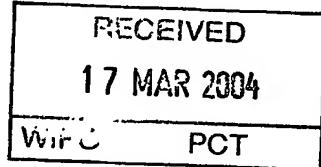


EP03/12354



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 102 51 734.7

Anmeldetag: 05. November 2002

Anmelder/Inhaber: QUILS GmbH, Puchheim/DE

Bezeichnung: Verfahren zur optischen Vermessung von Kleber-raupen und Online Sensor

IPC: G 01 C, B 05 C

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 29. Oktober 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

Schäfer

Verfahren zur optischen Vermessung von Kleberraupen und Online Sensor

1 Thema

Verfahren zur optischen Vermessung und Prüfung von Kleberraupen. Die Neuheit in diesem Verfahren ist, die Kombination von Konturalgorithmen, speziell dafür entwickelte GUI und mit stochastischen Annahmen über Beschaffenheit und Verlauf einer Kleberspur.

1.1 Beschreibung

Das Verfahren ist in mehreren Schritten aufgebaut.

1. **GUI:** Eingrenzung des Suchbereichs mittels spezieller GUI.
2. **Kantenextraktion:** Selektion aller Kanten senkrechte zum Spurverlauf
3. **Spurverfolgung:** Selektion der Kanten entlang dem Spurverlauf mit heuristischen Annahmen

1.1.1 GUI

Um die Bedienerinteraktion zu vereinfachen wurde eine speziell für die Kleberraupeninspektion entwickelte GUI verwendet. Mit einfachen Mausklicks lassen sich nun komplexe Spurverläufe einfach und effizient einlernen. Die grafischen Elemente sind so gestaltet, dass man auf einen Blick auch die eingestellten Grenzwerte wie Min / Max Bereiche und Toleranzen erkennen kann (Bild1). Veränderung im Spurverlauf lassen sich ebenfalls mit ein paar wenigen Mausklicks vollziehen. Die Kleberspur muss dabei nicht exakt eingelernt werden, da die nachfolgenden Bildverarbeitungsoperationen stabil genug sind um die Ungenauigkeiten, die beim Einlernen entstanden sind zu kompensieren. In einer zusätzlichen Ansicht wird der Bediener über Produktionsfehler informiert. Durch Mausklick auf den aufgetretenen Fehler, wird der betroffene Bereich vergrößert und die Fehlerbeschreibung im Klartext ausgegeben (Bild 2).

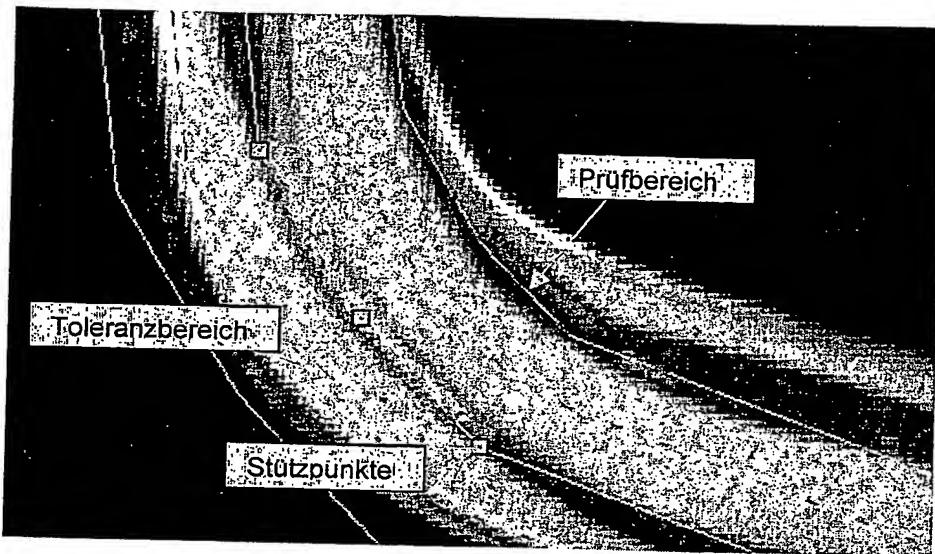


Bild1: Eingabe des Inspektionsbereichs

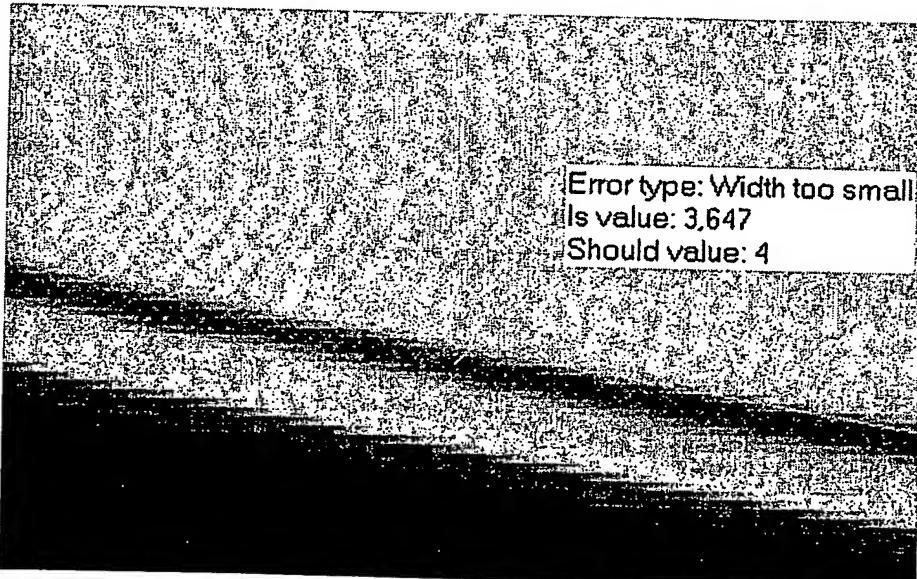
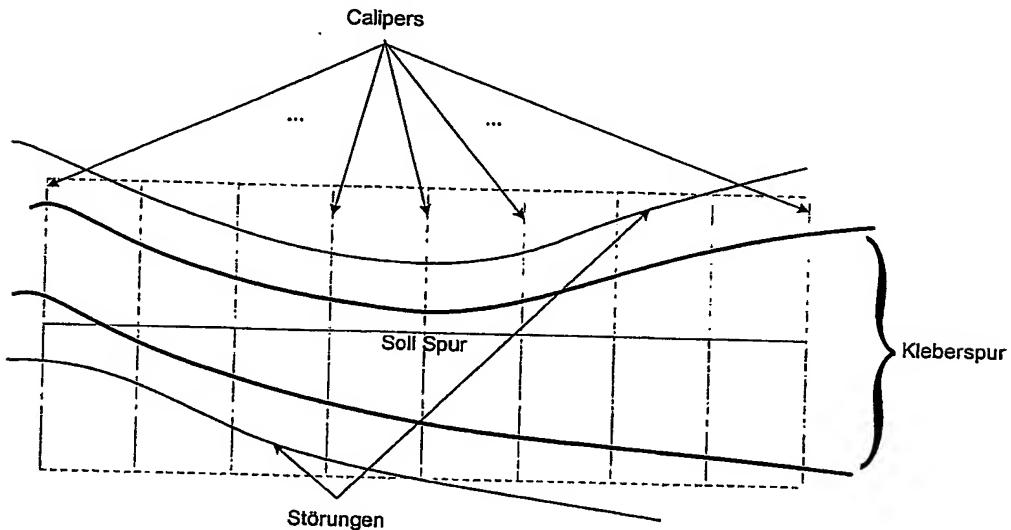


Bild 2: Fehlerdarstellung

1.1.2 Kantenextraktion

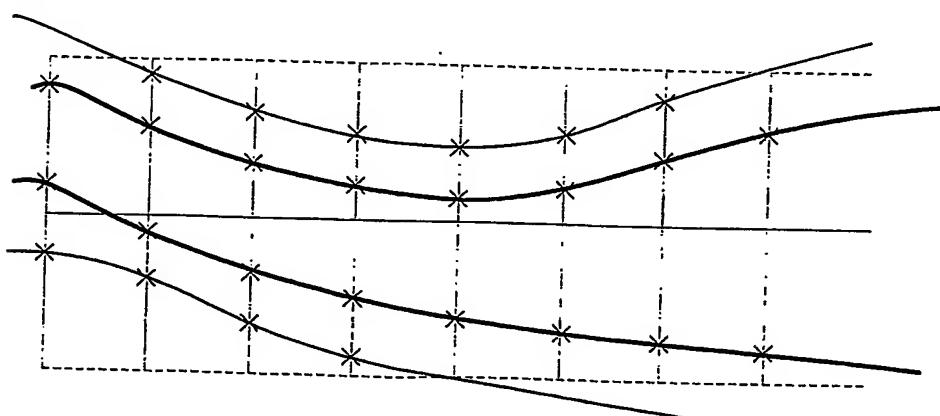
Für eine definierte Kleberspur wird automatisch ein Satz von Calipern erstellt (aus der GUI), die orthogonal zur Spur verlaufen.



Die Extraktion der Kanten erfolgt durch die Auswertung des Helligkeitsverlaufs der Grauwerte entlang des Calipers also orthogonal zur Kleberspur. Dabei wird die 2. Ableitung im Verlauf der Grauwerte berechnet. Dadurch erhält man die Position an der der Wechsel von Objekt und Hintergrund am stärksten ist. Die ermittelten Werte werden dabei Subpixel genau ermittelt.

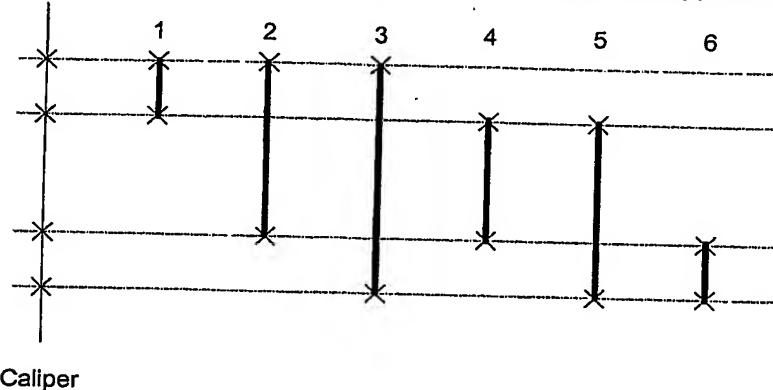
1.1.3 Spurverfolgung

Nach der Kantenextraktion erhält man für jede Linie alle gefundenen Kanten.

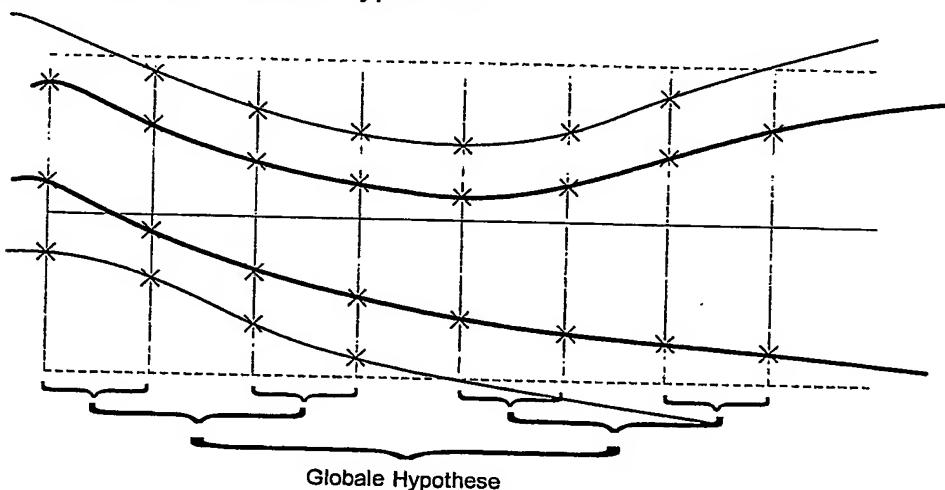


Für die einzelnen Caliper wird ein Hypothesensatz erstellt. Jede Hypothese entspricht möglichen Klebergrenzen in den einzelnen Abschnitten.

Bsp.: Für 4 Punkte bekommt man 6 Positionsypothesen.



Anschließend werden die Caliperhypothesen schrittweise (hierarchisch) mit den entsprechenden Nachbarn verknüpft. Man erhält dadurch immer eine linke und eine rechte Hypothese. Jede Hypothese wird mit einer heuristischen Funktionen bewertet. Jede höher der ermittelte Wert, umso besser die verwendete Hypothese.



Die heuristische Funktion nutzt folgende Kriterien:

- Kantenstärke (je stärkere Kanten desto besser)
- Breite
- Soll-Ist-Position Differenz
- Co - Linearität der Ist – Position

- Soll-Ist-Breite Differenz
- Co - Linearität der Ist-Breiten
- Soll-Ist-Kleberhelligkeit Differenz
- Co - Linearität der Ist- Kleberhelligkeit
- Soll-Ist-Hintergrundhelligkeit Differenz
- Co - Linearität der Ist- Hintergrundhelligkeit

Die lokalen Hypothesen werden so immer weiter zusammen gefasst, bis eine globale Hypothese entsteht, die der Spur am Besten folgt.

Durch dieses Vorgehen wird erreicht, das lokale Änderungen (z.B. eine falsche Kontur ist stärker als die richtige Kontur) nicht wesentlich ins Gewicht fallen, da jede Konturstück immer im Gesamtkontext betrachtet wird.

Bedienerfreundlichkeit: Verwendung einer GUI, die durch einfaches Point&Click auf eine Kleberspur gesetzt werden kann. Darstellung der Kleberfehler direkt an der entsprechenden Fehlerstelle.

Robustheit: Stochastische Annahmen über den weiteren Verlauf der Kleberspur, um der „richtigen“ Spur zu folgen.

2 Thema

In der Industrie werden häufig Maschinensichtsysteme zur vollautomatischen Prüfung von u.a. Klebstoff- und Dichtmittelraupen eingesetzt. Hierzu verwendet man 1 oder mehrere Videokameras, die auf die Klebstoffspur gerichtet werden. Zusätzlich ist eine Beleuchtungseinrichtung erforderlich, die zur Erzeugung eines kontrastreichen Kamerabildes dient. Die Prüfung erfolgt zeitlich versetzt einige Sekunden nach dem Auftrag der Raupe, meist aber erst nachdem der komplette Klebstoffauftrag auf dem Bauteil erfolgt ist.

Die vorliegende Erfindung beschreibt ein Maschinensichtsystem in kompakter Bauform, das eine Lichtquelle beinhaltet. Die kompakte und hochintegrierte Ausführung ermöglicht es, das System in der unmittelbaren Nähe des Klebstoffauftragssystems bzw. der Klebstoffauftragsdüse. Das Sichtsystem ist in der Lage, nahezu direkt nach dem Raupenauftrag eine vollautomatische Hochgeschwindigkeits-Sichtprüfung der Raupe durchzuführen.

2.1 Beschreibung

Das System besteht im wesentlichen aus einem Farbzeilen-Videosensor mit integrierter Auswerteeinheit und einer Beleuchtung zur Hervorhebung und Ausleuchtung der Dicht- bzw. Klebstoffraupe. Die Komponenten befinden sich in einem kompakten Schutzgehäuse. Das Sichtprüfsystem wird direkt hinter dem Klebstoffauftragsystem (Auftragsdüse) befestigt und wird auf den Bereich kurz hinter der Klebstoffdüse ausgerichtet, um direkt nach dem Raupenauftrag eine Prüfung durchzuführen. Die Prüfung erfolgt also direkt nach dem Auftragen des Dichtmaterials oder des Klebstoffes, so dass schon während des Auftragens eine Auswertung der Qualität der Raupe (Abisse, Position und Lage, Dicke) stattfinden kann.

Im Gegensatz zu den bekannten Lösungsansätzen wird in dieser Erfindung ein Videosensor eingesetzt, der lediglich eine oder mehrere Bildzeilen aufnimmt (maximal 15 Zeilen), um eine hohe Bildaufnahmerate zu erzielen. Die Auswertung findet im Farbzeilen-Videosensor mit einer integrierten Auswerteeinheit statt. Eine externe Datenauswerteeinrichtung

(Auswerte-PC) ist nicht erforderlich, da bereits ein miniaturisierter Auswerterechner im Videosensor vorhanden ist. Die Einstellung der Qualitäts-Kriterien (IO-NIO-Grenzwerte) erfolgt mit einer externen Bedieneinheit, die an den Sensor über eine Funkverbindung, Infrarotdatenübertragungsverbindung (IrDa) oder eine Kabelverbindung (Seriell oder Netzwerk) angeschlossen ist.

Der Sensor kommuniziert wahlweise über eine Netzwerkverbindung, eine serielle Datenverbindung oder über eine parallele Datenverbindung mit dem Auftragssystem.

Zur Ausleuchtung der Klebstoffspur wird, je nach Oberflächeneigenschaften des Klebstoffs bzw. Dichtmittels ein / mehrere

- Weißlichtbeleuchtungsmodul, z.B. Halogenlampe
- LED-Beleuchtungsmodul
 - Rot und/oder
 - Blau und/oder
 - Grün und/oder
 - Infrarot
 - Ultraviolett

eingesetzt. Die Beleuchtungsmodule sind kompakt aufgebaut damit diese in einem kompakten Systemaufbau (Bildaufnahmesensor und Beleuchtung in einem gemeinsamen Gehäuse) eingebaut werden können. Dabei wird vorgesehen, verschiedene unterschiedliche Beleuchtungsmodule zu kombinieren, z.B. eine rot-blaue Beleuchtung um sich dem Klebstoff bzw. Dichtmittel optimal anzupassen und damit mit der multichromatischen Beleuchtung ein optimales Kontrastverhältnis zwischen Bauteil und Klebstoff einzustellen.

3 Thema

In der Industrie werden häufig Maschinensichtsysteme zur vollautomatischen Prüfung von u.a. Klebstoff- und Dichtmittelraupen eingesetzt. Hierzu verwendet man 1 oder mehrere Videokameras, die auf die Klebstoffspur gerichtet werden. Zusätzlich ist eine Beleuchtungseinrichtung erforderlich, die zur Erzeugung eines kontrastreichen Kamerabildes dient. Die Prüfung erfolgt zeitlich versetzt einige Sekunden nach dem Auftrag der Raupe, meist aber erst nachdem der komplette Klebstoffauftrag auf dem Bauteil erfolgt ist.

Die vorliegende Erfindung beschreibt ein Maschinensichtsystem in kompakter Bauform, das eine Lichtquelle beinhaltet. Die kompakte und hochintegrierte Ausführung ermöglicht es, das System in der unmittelbaren Nähe des Klebstoffauftragssystems bzw. der Klebstoffauftragsdüse. Das Sichtsystem ist in der Lage nahezu direkt nach dem Raupenauftrag eine vollautomatische Hochgeschwindigkeits-Sichtprüfung der Raupe durchzuführen.

3.1 Beschreibung

Das System besteht im wesentlichen aus einem Farbzeilen-Videosensor mit integrierter Auswerteeinheit und einer Beleuchtung zur Hervorhebung und Ausleuchtung der Dicht- bzw. Klebstoffraupe. Die Komponenten befinden sich in einem kompakten Schutzgehäuse. Das Sichtprüfsystem wird direkt hinter dem Klebstoffauftragsystem (Auftragsdüse) befestigt und wird auf den Bereich kurz hinter der Klebstoffdüse ausgerichtet, um direkt nach dem Raupenauftrag eine Prüfung durchzuführen. Die Prüfung erfolgt also direkt nach dem Auftragen des Dichtmaterials oder des Klebstoffes, so dass schon während des Auftragens eine Auswertung der Qualität der Raupe (Abrisse, Position und Lage, Dicke) stattfinden kann.

3.2.1 Sensor

Im Gegensatz zu den bekannten Lösungsansätzen wird in dieser Erfindung ein Videosensor eingesetzt, der lediglich eine oder mehrere Bildzeilen aufnimmt (maximal 15 Zeilen), um eine hohe Bildaufnahmerate zu erzielen. Die Auswertung findet im Farbzeilen-Videosensor mit einer integrierter Auswerteeinheit statt. Eine externe Datenauswerteeinrichtung (Auswerte - PC) ist nicht erforderlich, da bereits ein miniaturisierter Auswerterechner im Videosensor vorhanden ist. Die Einstellung der Qualitäts-Kriterien (IO/NIO - Grenzwerte) erfolgt mit einer externen Bedieneinheit, die an den Sensor über eine Funkverbindung, Infrarotdatenübertragungsverbindung (IrDa) oder eine Kabelverbindung (Seriell oder Netzwerk) angeschlossen ist.

Der Sensor kommuniziert wahlweise über ein Netzwerkverbindung, eine serielle Datenverbindung oder über eine parallele Datenverbindung mit dem Auftragssystem.

Zur Ausleuchtung der Klebstoffspur wird, je nach Oberflächeneigenschaften des Klebstoffs bzw. Dichtmittels ein / mehrere

- Weißlichtbeleuchtungsmodul, z.B. Halogenlampe
- LED-Beleuchtungsmodul in verschiedenen Farben

eingesetzt.

Die Beleuchtungsmodule sind kompakt aufgebaut damit diese in einem kompakten Systemaufbau (Bildaufnahmesensor und Beleuchtung in einem gemeinsamen Gehäuse) eingebaut werden können. Dabei wird vorgesehen, verschiedene unterschiedliche Beleuchtungsmodule (Bauform, Farbe) miteinander zu kombinieren um durch eine geschickte Kombination verschiedener Spektralbereiche der Beleuchtung und des Sensors einen hohen Kontrast zwischen Hintergrund und Klebstoff herzustellen. Somit kann die Auswertung stabil ablaufen und der Aufwand für die Auswertelogik gering gehalten werden.

3.1.2 Roboter / Visualisierung

Die Visualisierungssoftware dient zur Darstellung von Fehlern beim Auftrag von Kleberraupen. Dazu wird die abzufahrende Kleberspur als 3D-Spur gespeichert und da hinein werden die entsprechenden Fehlerbereiche markiert. Die entsprechenden Fehler werden mit einer anderen Farbe hervorgehoben und mit einem zusätzlichen Text beschrieben.

Die Software kommuniziert mit einem Roboter oder einer anderen Steuereinheit über alle gängigen Feldbusse (Profibus, Interbus,

Devicenet), Ethernet, serielle Schnittstelle, OPC - Server oder andere zur Verfugung stehenden Kommunikationsschnittstellen.

In der Offline - Version wird vorab die Roboterbahn eingelernt und gespeichert. Nach dem Kleberauftragsvorgang, kann die Visualisierungssoftware angewählt werden. Diese holt sich die entsprechenden Fehlerbereiche vom Roboter.

In der Online-Version bekommt die Visualisierungssoftware während der Fahrt immer die aktuelle Position entlang der Roboterbahn und im Fehlerfall, zusätzlich einen Fehlercode.

Zusätzlich können Daten aus CAD – Dateien übernommen werden. Die darin enthaltenen Daten vom Bauteil, von der Kleberspur o.ä. werden mit verarbeitet und zusammen mit den entsprechenden Fehlerstellen 3 dimensional oder 2 dimensional dargestellt.

Sensor, Visualisierung

Anmelder: QuISSL GmbH
Anwaltsakte: QU01H03/P-DE

Ansprüche

1. Vorrichtung zum Erkennen einer auf einem Substrat aufzubringenden Struktur, vorzugsweise Kleberraupe, bestehend aus einem Beleuchtungsmodul und einer Sensoreinheit,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Sensoreinheit auf der Einrichtung zum Auftragen der Struktur vorgesehen ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Sensoreinheit unmittelbar am Ausgang der Einrichtung zum Auftragen der Struktur positioniert ist.
3. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Sensoreinheit einen Videosensor aufweist, der vorzugsweise eine und/oder mehrere Bildzeilen registriert.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Beleuchtungsmodul ein Weißlichtbeleuchtungsmodul enthält.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Beleuchtungsmodul ein LED- Beleuchtungsmodul ist, welches die Bereiche Rot, Blau, Grün, Infrarot und/oder Ultravioletts ausstrahlt.
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Beleuchtungsmodule vorgesehen sind.
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass eine Auswerteeinheit, vorzugsweise im Videosensor, vorgesehen ist, wobei die

Einstellungen der Qualitätskriterien über eine externe Bedieneinheit, vorzugsweise über eine Infrarotdatenübertragungsverbindung, erfolgt.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteeinheit einen Satz von Calipern über den mit den Bildelementen ermittelten Datensatz legt, wobei die Caliper vorzugsweise orthogonal zu der Substratspur verlaufen.
9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Struktur über den Helligkeitsverlauf der Grauwerte entlang der Calipers ermittelt wird.
10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Ableitung im Verlauf der Grauwerte zur Strukturmittelung herangezogen werden.
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteeinheit für die Caliper ein Hypothesensatz erstellt.
12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteeinheit benachbarte Hypothesensätze verknüpft.
13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteeinheit die Strukturmittelung nach zumindest einem der folgenden Kriterien durchführt:
 - a. Kantenstärke
 - b. Strukturbreite
 - c. Soll-Ist-Positions-Differenz
 - d. Co-Lineraität der IST-Position
 - e. Soll-Ist-Strukturbreiten-Differenz
 - f. Co-Lineraität der IST-Strukturbreite
 - g. Soll-Ist-Strukturhelligkeit-Differenz
 - h. Co-Lineraität der Ist-Strukturhelligkeit
 - i. Soll-Ist-Hintergrundhelligkeits-Differenz
 - j. Co-Lineraität der Ist-Hintergrundshelligkeit

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass über die Position der Sensoreinheit und der Strukturermittelung eine dreidimensionale Darstellung ermöglicht wird.
15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass über einen Anschluß an eine Netzwerkverbindung, und zwar vorzugsweise über das Internet oder Intranet, eine Ansteuerung und Auswertung vorgesehen ist.
16. Verfahren zum Erkennen einer Struktur, vorzugsweise Kleberraupen, und insbesondere zur Anwendung bei der Vorrichtung gemäß Anspruch 1 bis 15, welches die Schritte aufweist:
 - a) Bereitstellen eines Beleuchtungsmoduls und einer Sensoreinheit, die auf der Einrichtung zum Auftragen der Struktur vorgesehen ist.
 - b) Bestimmen der Struktur während die Struktur auf das Substrat aufgetragen wird.
17. Verfahren nach Anspruch 14, wobei die Strukturbestimmung über einen Videosensor als Sensoreinheit mit einer oder mehreren, vorzugsweise bis zu 15, Bildzeilen erfolgt.
18. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 oder 15, wobei die Strukturbestimmung mit zumindest einem Beleuchtungsmodul, welches ein Weißlichtmodul und/oder ein LED-Beleuchtungsmodul mit verschiedenen Farben ist, durchgeführt wird.
19. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 16, wobei die Strukturbestimmung über Caliper erfolgt, die vorzugsweise orthogonal zu der Substratsspur verlaufen.
20. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 17, wobei eine Visualisierungssoftware bereitgestellt wird, mit der der Strukturverlauf,

vorzugsweise als 3D-Darstellung, und entsprechende Fehlerbereiche darstellbar sind.

21. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 18, wobei für die Strukturbestimmung und entsprechender Fehleranalyse Substratdaten herangezogen werden.
22. Verfahren nach einem der Ansprüche 18 oder 19, wobei anhand der Visualisierungssoftware unterschiedliche Fehlerbereiche separat darstellbar sind.
23. Verfahren nach einem der Ansprüche 18 bis 20, wobei die Strukturbestimmung über die Auswertung des Helligkeitsverlaufs der Grauwerte entlang des Calipers, insbesondere der zweiten Ableitung im Verlauf der Grauwerte.
24. Verfahren nach einem der Ansprüche 18 bis 21, wobei die Strukturmittelung nach zumindest einem der folgenden Kriterien durchgeführt wird:
 - a. Kantenstärke
 - b. Strukturbreite
 - c. Soll-Ist-Positions-Differenz
 - d. Co-Lineraität der IST-Position
 - e. Soll-Ist-Strukturbreiten-Differenz
 - f. Co-Lineraität der IST-Strukturbreite
 - g. Soll-Ist-Strukturhelligkeit-Differenz
 - h. Co-Lineraität der Ist-Strukturhelligkeit
 - i. Soll-Ist-Hintergrundhelligkeits-Differenz
 - j. Co-Lineraität der Ist-Hintergrundshelligkeit
25. Verfahren zum Erkennen einer Struktur, vorzugsweise Kleberraupe, und insbesondere zur Anwendung bei der Vorrichtung gemäß Anspruch 1 bis 15, welches die Schritte aufweist:
 - a) Bereitstellen einer Darstellung mit der zu erkennenden Struktur;
 - b) Setzen von Stützpunkten entlang der zu erkennenden Struktur;
 - c) Verbinden der Stützpunkte zu Erzeugung einer Referenzlinie,

- d) Festlegen eines Toleranzbereichs entlang der Referenzlinie, sowie
- e) Bestimmen, ob die Struktur innerhalb des Toleranzbereichs liegt.

26. Verfahren nach Anspruch 25, wobei ferner ein Prüfbereich entlang der Referenzlinie festgelegt wird.

27. Verfahren nach einem der Ansprüche 25 oder 26, wobei einen Satz von Caliper über den mit den Bildelementen ermittelten Datensatz gelegt wird, wobei die Caliper vorzugsweise orthogonal zu der Substratsspur verlaufen.

28. Verfahren nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, dass die Struktur über den Helligkeitsverlauf der Grauwerte entlang der Calipers ermittelt wird.

29. Verfahren nach Anspruch 28, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Ableitung im Verlauf der Grauwerte zur Strukturmittelung herangezogen werden.

30. Verfahren nach einem der Ansprüche 27 bis 29, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteeinheit für die Caliper ein Hypothesensatz erstellt.

31. Verfahren nach Anspruch 30, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteeinheit benachbarte Hypothesensätze verknüpft.

32. Verfahren nach einem der Ansprüche 25 bis 31, wobei die Strukturmittelung nach zumindest einem der folgenden Kriterien durchgeführt wird:

- a. Kantenstärke
- b. Strukturbreite
- c. Soll-Ist-Positions-Differenz
- d. Co-Lineraität der IST-Position
- e. Soll-Ist-Strukturbreiten-Differenz
- f. Co-Lineraität der IST-Strukturbreite
- g. Soll-Ist-Strukturhelligkeit-Differenz
- h. Co-Lineraität der Ist-Strukturhelligkeit
- i. Soll-Ist-Hintergrundhelligkeits-Differenz
- j. Co-Lineraität der Ist-Hintergrundshelligkeit